

## بررسی تطابقی خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی در حوزه سراب صیدعلی

مهران لشنی زند<sup>۱</sup>، بهروز پروانه<sup>۲</sup>، کیانفر پیامنی<sup>۳</sup>، علیرضا سپهوند<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۲/۲۶

تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۹/۴

### چکیده

تجزیه و تحلیل خشکسالی‌ها در پروژه‌های آب و هم‌چنین بررسی ارتباط خشکسالی‌های هیدرولوژیکی و هواشناسی در مدیریت منابع آب از اهمیت بالایی برخوردار است. به‌همین منظور در این پژوهش به بررسی تطابق خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی در حوزه سراب صیدعلی طی یک دوره سی ساله از آمار روزانه دبی و بارش پرداخته شده است. برای داده‌های دبی ابتدا حداقل ماهانه دبی هر سال محاسبه شد، سپس با روش ویبول برازش و برای یک دوره صد ساله بسط داده شدند. سپس مقادیر متناظر با دوره بازگشت دو سال هر ماه به‌عنوان آستانه خشکسالی انتخاب شدند. مقادیر آستانه را برای داده‌های روزانه هر ماه در یک دوره سی ساله به کار برده و براساس آن‌ها شدت تداوم خشکسالی محاسبه شد. برای داده‌های بارش کلیه مراحل فوق محاسبه گردید، با این تفاوت که در تعیین شاخص خشکسالی هواشناسی از شاخص SPI استفاده شده است. در آخر بین مقادیر دبی و بارش با تأخیر ۱، ۲، ۳ روزه، همبستگی گرفته شد. نتایج به دست آمده نشان داد که رابطه مستقیم و معناداری بین دبی و بارش به صورت روزانه، ماهانه و فصلی وجود دارد و در هر سه حالت رابطه از سطح معناداری برخوردار بوده ولی مقدار همبستگی در داده‌های بدون تأخیر نسبت به بقیه بیشتر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: خشکسالی هیدرولوژیکی، حد آستانه، همبستگی، حوزه سراب صیدعلی

۱- استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان

۲- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم آباد

۳- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات استان لرستان

۴- دانش آموخته رشته مهندسی آبخیزداری دانشگاه تربیت مدرس

## مقدمه

خشکسالی یکی از بلاهای طبیعی است که به طور بالقوه وقوع آن تحت هر رژیم بارش و دمایی امکان پذیر است. این رخداد در بین بلاهای طبیعی به آهستگی، تدریجی، برگشت پذیر و گاه به سرعت آثار خود را آشکار می کند، خشکسالی غالباً به عنوان یک پدیده خزنده تلقی می شود (Patel, et al; Tsakiris & Vangelis, 2004). برخلاف سیل و بارندگی پیش بینی زمان شروع و خاتمه خشکسالی بسیار دشوار می باشد. ممکن است هفته ها یا ماه ها طول بکشد تا واقعاً بتوان تشخیص داد که خشکی اتفاق افتاده یا خیر، یا مدت ها پس از شروع بارندگی ها باز هم اثرات خشکسالی وجود داشته باشد (Alizadeh, 2006). خشکسالی یک ویژگی اقلیمی است که در تمامی مناطق اقلیمی رخ می دهد، اگرچه ویژگی های آن از یک منطقه با منطقه دیگر متفاوت است. وقوع خشکسالی وخیم ترین حادثه محیطی است که دارای ویژگی های خاص اقلیمی و هیدرولوژیکی در هر ناحیه می باشد (Samiee et al, 2006). امروزه خشکسالی هیدرولوژیکی به علت توسعه شهرسازی، صنعتی شدن و کمبود آب شرب، کشاورزی و صنعت در بخش های زیادی از جهان به صورت مسئله پیچیده ای درآمده است. به طور کلی این نوع خشکسالی ها با کاهش جریان رودخانه ها، دریاچه ها، پایین آمدن سطح آب مخازن، آب زیرزمینی و... ارتباط پیدا می کند (FerajZadeh, 1996). از بین تعاریف مختلفی که برای خشکسالی ارائه شده است می توان به تعریف پالمر ۱۹۶۵ که از جامع ترین آن هاست اشاره کرد. وی خشکسالی را عبارت از کمبود مستمر و غیرطبیعی رطوبت در یک دوره زمانی (معمولاً یک سال) می داند (Palmer, 1965). تحلیل های آماری که امروزه در مورد خشکسالی ها به کار برده می شود براساس تئوری توالی که توسط یوچویچ ارائه شد استوار است در این روش با تقسیم دوره آماری به دو دوره بیشتر یا کمتر از میانگین، دوره هایی که مقدار متغیر مورد نظر پایین تر از میانگین است به عنوان خشکسالی در نظر گرفته می شود. تشخیص انواع مختلف خشکسالی برای توسعه مکانیزم مقابله با خشکسالی بسیار مهم می باشد، طبق نظر Wilhite و Glantz (1985) خشکسالی هواشناسی معمولاً براساس کمبود بارش (در مقایسه با مقادیر نرمال یا میانگین) و طول دوره مشخص تعریف می شود. از

دیدگاه هیدرولوژیست ها خشکسالی هیدرولوژیکی زمانی اتفاق می افتد که سطح تراز ذخایر آب های سطحی و زیرزمینی از حد معمول خود پایین تر باشد. خشکسالی کشاورزی زمانی اتفاق می افتد که رطوبت خاک از نیاز واقعی محصول کمتر باشد و منجر به خسارت در محصول شود. تعریف خشکسالی اقتصادی اجتماعی تلفیقی از عرضه و تقاضای برخی کالاهای اقتصادی با اجزاء خشکسالی هواشناسی، هیدرولوژیکی و کشاورزی است (Patel, et al, 2007). پیامد اثرات توأم با خشکسالی - های هواشناسی کشاورزی و هیدرولوژیکی، تفاوت های آن ها را بیشتر آشکار می سازد. زمانی که خشکسالی آغاز می شود بخش کشاورزی به دلیل وابستگی بیش از حد به ذخیره رطوبتی خاک، معمولاً نخستین بخشی است که تحت تأثیر قرار می گیرد. در طی دوره های ممتد و خشکی چنانچه کمبود بارش ادامه یابد رطوبت خاک به سرعت تخلیه می شود. در این صورت اتکاء مردم به سایر منابع آبی بایستی تأثیرات این کمبود را مرتفع سازد. در طی سال های که خشکسالی اتفاق می افتد خسارات مالی زیادی به مردم وارد می شود. برای جلوگیری از وقوع این خسارات ارائه شاخصی جهت پیش بینی خشکسالی ضروری است. در سال های گذشته شاخص های متعددی برای بررسی این پدیده معرفی شده است و هر کدام از این شاخص ها با یکی از انواع خشکسالی مرتبط بوده است (Mendicino et al, 2008). یکی از این شاخص ها، شاخص بارش استاندارد<sup>۱</sup> (SPI) می باشد، بسیاری از محققین خشکسالی، به قابلیت انعطاف پذیری SPI و قابلیت آن برای هر مقیاس زمانی اذعان داشته اند (Hayes et al, 1999). شاخص SPI برای هر منطقه براساس ثبت بارندگی های طولانی مدت آن محاسبه می شود (Khan et al, Hosseini Safa & Morid, 2008). مطالعات زیادی در مورد خشکسالی صورت گرفته است که در این بخش به تعدادی از آن ها اشاره می شود. لشنی زند (۱۳۸۳) در مطالعه ای به بررسی تداوم، شدت و فراوانی خشکسالی های هواشناسی و هیدرولوژیکی در شش حوضه واقع در غرب و شمال غرب کشور با استفاده از سری های زمانی شاخص بارش استاندارد پرداخت. در این تحقیق برای تمامی ایستگاه ها شدت متوسط خشکسالی استخراج گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که وقوع

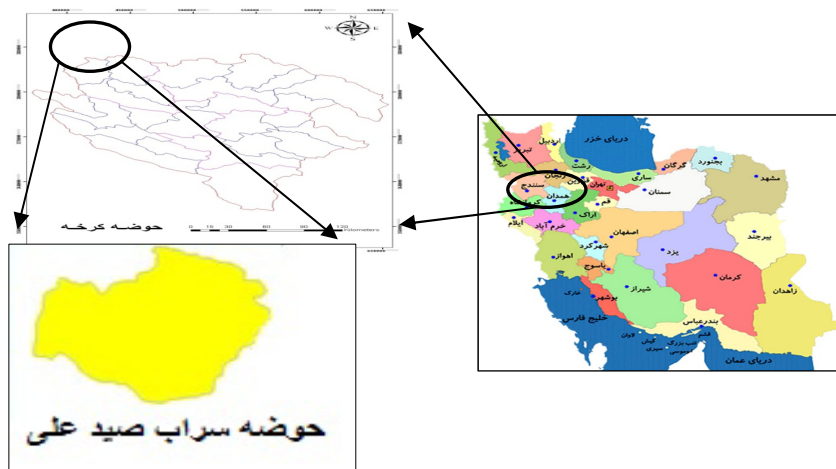
<sup>1</sup> Standardized Precipitation Index

روزانه مورد بررسی قرار داده است. هدف از تحقیق حاضر بررسی تطابق خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی حوزه سراب صیدعلی می‌باشد. تعیین همبستگی بین خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی، بررسی تغییرات روزانه، ماهانه، سالانه میزان دبی و بارش حوزه سراب صیدعلی و در نهایت بررسی شدت، تداوم و فراوانی انواع خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی در حوزه از اهداف کلی انجام این پژوهش بوده است.

### منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه با وسعتی معادل ۷۷۳ کیلومتر مربع، حدود هشت درصد از وسعت کشکان را در بر گرفته که محیط آن ۱۳۲ کیلومتر است. از نظر موقعیت جغرافیایی بین ۱۲' ۴۸" طول شرقی و ۴۷' ۳۳" عرض شمالی مطابق شکل ۱ در سلسله جبال زاگرس قرار دارد. این منطقه در شمال غربی خرم‌آباد و در بالا دست رودخانه دوآب الشتر واقع شده است. شاخه اصلی این رودخانه به‌نام کهمان از یال جنوبی ارتفاعات گرین و از یک مخزن آهکی سرچشمه می‌گیرد. لازم به‌ذکر است که در دامنه شمالی این ارتفاعات سراب گاماسیاب و چشمه‌های ونانی قرار دارد. رودخانه دوآب الشتر پس از طی مسیر خود با سراب صید علی و شاخه کاکارضا تلاقی و تشکیل رودخانه کشکان را می‌دهد. این حوزه تقریباً در جنوب الشتر واقع شده است.

خشکسالی با تداوم یک تا سه ماه، حتی در ایستگاه‌های واقع در مناطق نیمه مرطوب پدیده‌های معمول و بازگشت کننده است. در آخر نقشه‌های پهنه‌بندی خشکسالی سالانه با به‌کارگیری اعداد استاندارد شده بارش و بر پایه طبقه‌بندی درجه شدت خشکسالی، با استفاده از نرم افزار ILWIS ترسیم گردید. مظفری (۱۳۸۴) به بررسی و مقایسه عدم تطابق روند خشکسالی هواشناسی و خشکسالی هیدرولوژیکی در دو حوزه آبریز هم‌جوار در دامنه شمالی شیرکوه یزد پرداخت. در ابتدا خشکسالی هواشناسی با استفاده از روش گیبس موهر و خشکسالی هیدرولوژیکی با استفاده از روش نمره استاندارد Z محاسبه شد. در ادامه نیز وجود یا عدم وجود روند خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی با استفاده از تحلیل همبستگی در سطح دو حوزه آبریز اسلامی و فخرآباد واقع در دامنه شمالی شیرکوه یزد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصله حاکی از تفاوت‌های چشمگیر بین دو نوع خشکسالی می‌باشد. Tallaksen و Hisdal (۲۰۰۰) جهت تشخیص و بررسی خشکسالی هیدرولوژیکی در اروپا از روش حد آستانه با داده‌های روزانه جریان استفاده و به‌تحلیل منطقه‌ای موضوع پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که برای داده‌های ماهانه یا روزانه، حد آستانه بین صدک ۹۰ ام و ۷۰ ام منحنی تداوم جریان می‌باشد. در اکثر تحقیقات صورت گرفته در این زمینه، خشکسالی در شرایط ماهانه و سالانه به دست آمده است. اما این تحقیق خشکسالی را به‌صورت



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

## روش تحقیق

بررسی آمار بارندگی حوزه نشان می‌دهد که طی سالیان گذشته در حوزه خشکسالی‌هایی رخ داده و باعث خشکی و کاهش آب دهی آب‌های سطحی منطقه گردیده است. در این تحقیق به منظور تعیین خشکسالی هواشناسی، هیدرولوژیکی و بررسی اثرات این خشکسالی‌ها بر آب‌های سطحی حوضه سراب صیدعلی از آمار بلند مدت ۳۰ ساله از سال آبی ۵۷ - ۵۶ تا ۸۶-۸۵ استفاده شده است. برای بالا بردن دقت کار و عملی‌تر شدن آن، آمار بلند مدت بارش و دبی این حوضه به صورت روزانه مورد استفاده قرار گرفت. در این تحقیق آمار بارش از ایستگاه سراب صیدعلی الشتر و آمار دبی روزانه نیز از ایستگاه هیدرومتری سراب صیدعلی تهیه شد. جهت بررسی درستی و همگنی داده‌ها، ابتدا داده‌های روزانه بارش ایستگاه سراب صیدعلی الشتر در قالب یک بانک اطلاعاتی در محیط نرم افزاری Excel وارد شدند. در تنظیم داده‌ها، سال‌های کبیسه در طول دوره آماری مد نظر قرار گرفتند و داده‌ها در این رابطه نیز اصلاح گردیدند، همگنی داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت و از وضعیت قابل قبولی برخوردار بودند. تحقیق به‌طور کلی در سه مرحله صورت گرفته است: بررسی و تحلیل بر روی داده‌های دبی، بررسی و تحلیل بر روی داده‌های بارش و مقایسه آن‌ها. برای داده‌های دبی در محیط آماری SPSS ابتدا حداقل ماهانه دبی هر سال را محاسبه و سپس با روش ویبول برای یک دوره ۱۰۰ ساله بسط داده شدند. آنگاه آن‌ها را استاندارد کرده و مقادیر متناظر با دوره بازگشت دو سال هر ماه به-عنوان شاخص آستانه خشکسالی انتخاب شدند. مقادیر آستانه به‌دست آمده را برای داده‌های روزانه هر ماه در یک دوره ۳۰ ساله به‌کار برده و براساس آن‌ها شدت، وخامت و تداوم خشکسالی محاسبه شدند. در نهایت منحنی‌های شدت-تداوم خشکسالی منطقه تهیه گردیدند. برای داده-

های بارش تمامی مراحل بالا صورت گرفت، با این تفاوت که در تعیین شاخص خشکسالی از روش شاخص بارش استاندارد (SPI) استفاده شد. در آخر بین مقادیر دبی و بارش به صورت سال به سال و با آمار روزانه همبستگی گرفته شد، در ادامه کار به صورت ماهانه طی سی سال و همچنین به صورت فصلی نیز بین دبی و بارش همبستگی گرفته شد. در مرحله روزانه برای این که نتایج بهتری از همبستگی‌های گرفته شده بین دبی و بارش به‌دست آید. از آمار سال به سال (سال آبی) یعنی هر سال جداگانه با آمار روزانه دبی و بارش سی ساله از سال ۵۶-۵۷ تا ۸۵-۸۶ حوزه سراب صیدعلی استفاده شد. برای این کار هر ۳۶۵ روز بارش در مقابل ۳۶۵ روز دبی گذاشته و سپس همبستگی بین آن‌ها گرفته شد. این کار برای هر سی سال صورت گرفت و سپس بین مقادیر دبی و بارش با تاخیر یک‌روزه، دو روزه و سه روزه دبی نسبت به بارش همبستگی گرفته شد.

## نتایج

برای داده‌های دبی ابتدا از بانک اطلاعاتی حاوی داده-های روزانه در محیط نرم افزار آماری SPSS مقادیر حداقل هر ماه برای یک دوره ۳۰ ساله محاسبه شدند. خروجی شامل ۳۰ مقدار حداقل برای هر ماه است. سپس مقادیر حداقل‌های ماهانه هر ماه به‌طور مجزا در صفحه گسترده نرم افزار آماری MINITAB وارد گردیدند و با توزیع آماری ویبول برازش داده شدند. خروجی شامل مقادیر پیش‌بینی شده حداقل‌های ماهانه در دو حد بالا و پائین در سطح احتمال ۹۵ درصد برای یک دوره بازگشت ۱۰۰ ساله می‌باشد. در ادامه آن‌ها را استاندارد کرده و مقادیر متناظر با دوره بازگشت دو سال هر ماه (به‌خاطر دارا بودن بیشترین فراوانی وقوع و نزدیک بودن به مقدار متوسط) را به‌عنوان شاخص آستانه خشکسالی انتخاب نموده که در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول (۱): مقادیر آستانه بدست آمده برای دوره بازگشت دو سال

شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	ماه‌های سال
-۰/۰۴۳	-۰/۰۳۷	-۰/۱۰۸	-۰/۲	-۰/۲۹۲	-۰/۱۷۳	Z
اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	ماه‌های سال
-۰/۰۷۸	-۰/۰۰۳	-۰/۰۰۶	-۰/۱۳۹	-۰/۰۷	-۰/۰۴۴	Z

سرانجام تمامی مقادیر به‌دست آمده را بر حسب ستون تداوم مرتب کرده و سپس رکوردهای فاقد اعداد تداوم حذف شد، مطابق جدول ۲ آنچه باقی‌مانده است مقادیر شدت و وخامت خشکسالی در تداوم‌های مختلف است.

آستانه‌های به‌دست آمده را در فرمول تعیین خشکسالی برای داده‌های روزانه به‌کار برده و هر جا که مقادیر استاندارد شده دبی از مقدار آستانه استاندارد شده کمتر است به‌عنوان روز خشک تعیین شد. از جمع مقادیر روزهای خشک و خامت خشکسالی<sup>۱</sup> و از تقسیم مقدار وخامت بر تعداد روزهای خشک شدت خشکسالی<sup>۲</sup> به دست می‌آید.

<sup>۱</sup> - Severity drought

<sup>۲</sup> - Intensity drought

جدول (۲): شدت وخامت خشکسالی هیدرولوژیک در برخی از تداوم های مختلف

تداوم ۲روزه		تداوم ۵روزه		تداوم ۱۵روزه		تداوم ۳۰روزه	
شدت	وخامت	شدت	وخامت	شدت	وخامت	شدت	وخامت
-۰/۴۷۲	-۰/۹۴۴	-۰/۳۵۲	-۱/۷۵۸	-۰/۷۸۲	-	-۰/۶۵۴	-
					۱۱/۷۳۵		۱۹/۶۲۳
-۰/۳۴۲	-۰/۶۸۳	-۰/۱۸۶	-۰/۹۳۱	-۰/۷۱۱	-	-۰/۴۷۱	-
					۱۰/۶۶۹		۱۴/۱۲۱
-۰/۱۰۰۶	-۰/۰۱۲	-۱/۳۰۸	-۶/۵۴۲	-۰/۴۰۲	-۶/۰۲۶	-۰/۲۹۸	-۸/۹۴۲
-۰/۳۲	-۰/۶۳۹	-۰/۴۵	-۲/۲۵۲	-۰/۴۰۵	-۶/۰۷۵	-۰/۶۶۵	-
							۱۹/۹۳۶
-۰/۱۶۷	-۰/۳۳۵	-۵/۵۱۷	-۷/۵۸۴	-۰/۲۶۳	-۳/۹۴۱	-۰/۵۳۳	-
							۱۵/۹۹۸
-۰/۲۶۴	-۰/۵۲۷	-۰/۵۴۳	-۲/۷۱۶	-۰/۸۲۴	-	-۰/۸۶۷	-
					۱۲/۳۵۶		۲۶/۰۲۵
-۰/۱۳۹	-۰/۲۷۷	-۰/۱۴۴	-۰/۷۲	-۱/۲۴۹	-۱۸/۷۴	-۱/۲۴۴	-
							۳۷/۳۳۴
-۰/۲۱۵	-۰/۴۲۹	-۱/۷۹۴	-۸/۹۶۸	-۱/۶۹۳	-	-۰/۵۴۱	-
					۲۵/۴۰۲		۱۶/۲۳۲
-۰/۱۰۲	-۰/۲۰۵	-۰/۸۵۹	-۴/۲۹۴			-۰/۷۸۶	-
							۲۳/۵۶۵
-۰/۱۰۲	-۰/۲۰۵	-۱/۰۵۹	-۵/۲۹۷			-۰/۹۱۳	-
							۲۷/۳۸۲
-۰/۰۵۸	-۰/۱۱۷	-۰/۲۲۷	-۱/۱۳۳			-۱/۲۸۲	-
							۳۸/۴۶۶
-۰/۰۸۸	-۰/۱۷۶	-۰/۱۲۶	-۰/۶۲۹			-۱/۱۷۱	-
							۳۵/۱۴۵
-۰/۵۰۲	-۱/۰۰۴	-۰/۴۷۹	-۱/۳۹۳			-۰/۷۶۱	-
							۲۲/۸۳۸
-۰/۴۲۶	-۰/۸۵۲					-۱/۲۶۲	-
							۳۷/۸۵۶
-۰/۹۵۸	-۱/۹۱۵						
-۰/۰۴۴	-۰/۰۸۸						
-۰/۰۴۴	-۰/۰۸۸						
-۰/۲۶۳	-۰/۵۲۶						
-۰/۵۷۱	-۱/۱۴۲						
-۰/۲۸۱	-۰/۵۶۲						
-۰/۰۷	-۰/۱۳۹						
-۰/۶۸۲	-۱/۳۶۴						
-۱/۶۹۸	-۳/۳۹۶						
-۰/۶۰۸	-۱/۲۱۷						
-۱/۲۹	-۲/۵۸						
-۰/۸۴۴	-۱/۶۸۸						
-۰/۳۷۳	-۰/۷۴۶						
-۰/۲۵۷	-۰/۵۱۴						
-۰/۱۵۱	-۰/۳۰۱						

بر این اساس در منوی Probability Plot از نرم افزار MINITAB، با استفاده از توزیع احتمالی ویبول اقدام به برآورد مقادیر شدت خشکسالی هر یک از تداوم‌ها برای دوره بازگشت های ۲-۵-۱۰-۲۵-۵۰ و ۱۰۰ ساله مطابق جدول ۳ گردید. به منظور تشریح بیشتر جدول وخامت، تداوم و فراوانی خشکسالی، باید اضافه نمود مقادیر عددی برآورد شده برای تداوم‌های دو تا سی روزه نشانگر وخامت خشکسالی در آن تداوم می‌باشند. برای مثال شاخص  $-۰/۷۴۴$  نمایانگر حداکثر وخامت خشکسالی با تداوم دو روزه می‌باشد که در دوره بازگشت ۲ سال ممکن است در این ایستگاه رخ دهد. یا شاخص  $-۹/۴$  بیانگر حداکثر وخامت خشکسالی با تداوم چهار روزه است که در دوره بازگشت ۱۰۰ ساله ممکن است روی دهد.

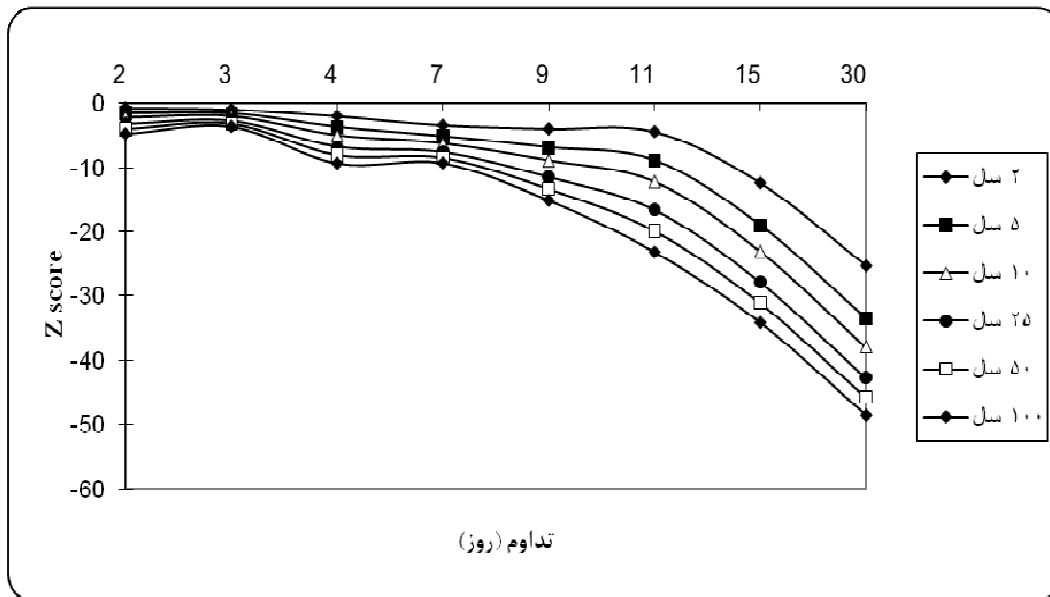
به منظور تحلیل نتایج کار می‌بایست شدت تداوم و فراوانی خشکسالی با دوره بازگشت مختلف محاسبه شود که با استیاده از توزیع ویبول و به وسیله نرم افزار Minitab مطابق جدول ۳ این دوره‌های بازگشت دو تا صد ساله محاسبه گردید. پس از تعیین شدت خشکسالی با تداوم های مختلف به منظور تحلیل فراوانی وقوع رخداد های خشکسالی در دوره بازگشت‌های مختلف از توزیع های آماری مناسب استفاده گردید. از توزیع‌هایی که توسط ماتالاس به عنوان توزیع مناسب برای تحلیل مقادیر کم (جریان کم) در نظر گرفته شده، توزیع اکستریم نوع ۳ یا توزیع ویبول است (Thompson, ۱۹۹۹). در تحقیقات دیگری که توسط تامپسون (۱۹۹۹) انجام شده، مشخص گردید که توزیع احتمالی تیپ سه گمبل (که توزیع ویبول نیز نامیده می‌شود) با ارقام سری‌های حداقل سالانه مطابقت مناسبی دارد.

جدول (۳): برآورد وخامت، تداوم و فراوانی خشکسالی‌های هیدرولوژیکی با استفاده از توزیع ویبول در طی ۳۰ سال به صورت روزانه

	دو ساله	پنج ساله	ده ساله	بیست و پنج ساله	پنجاه ساله	صد ساله
تداوم ۲ روزه	$-۰/۷۴۴$	$-۱/۶۱$	$-۲/۳۰۷$	$-۳/۲۷$	$-۴/۰۳$	$-۴/۸۲$
تداوم ۳ روزه	$-۰/۹۶۱$	$-۱/۶۴$	$-۲/۱۳۶$	$-۲/۷۶$	$-۳/۲۳$	$-۳/۶۸$
تداوم ۴ روزه	$-۲/۰۰۲$	$-۳/۷۵$	$-۵/۰۵۷$	$-۶/۷۸$	$-۸/۰۹$	$-۹/۴$
تداوم ۵ روزه	$-۴/۳۰۶$	$-۱۰/۴$	$-۱۵/۷$	$-۲۳/۳$	$-۲۹/۴$	$-۳۵/۹$
تداوم ۱۵ روزه	$-۱۲/۳۹$	$-۱۹/۰۳$	$-۲۳/۱$	$-۲۷/۸$	$-۳۱/۱۱$	$-۳۴/۱۶$
تداوم ۳۰ روزه	$-۲۵/۲$	$-۳۳/۵۳$	$-۳۷/۹۶$	$-۴۲/۷۲۷$	$-۴۵/۸$	$-۴۸/۵۵$

بازگشت‌های مختلف، مطابق شکل ۲ منحنی‌های وخامت، تداوم و فراوانی خشکسالی هیدرولوژیکی ترسیم شدند.

پس از این مرحله جهت درک سریع‌تر و کامل‌تر چگونگی تغییرات شدت و تداوم خشکسالی در دوره



شکل (۲): منحنی وخامت - تداوم و فراوانی خشکسالی هیدرولوژیک حوضه سراب صید علی با میانگین‌های ۱ روزه

نتایج همبستگی نشان داد که در همه‌ی این سال‌ها همبستگی معنادار است. توضیحات کامل این مرحله در جدول ۴ آمده است. در این جدول سطح معناداری، مقدار همبستگی، مقدار همبستگی با تأخیر یک روزه، دو روزه و سه روزه سال آبی آمده است.

در مرحله بعد برای داده‌های بارش کلیه مراحل بالا صورت گرفت با این تفاوت که در تعیین خشکسالی از شاخص SPI استفاده شد. در نهایت در ادامه کار بین دبی و بارش به صورت سال به سال و با آمار روزانه همبستگی گرفته شد به صورت ماهانه طی سی سال و هم‌چنین به صورت فصلی نیز بین دبی و بارش همبستگی گرفته شد.

جدول (۴): مقایسه میزان همبستگی بین دبی و بارش به صورت روز به روز و با میانگین سالانه

سیگما	سطح معنی داری	مقدار همبستگی	نرمال
۰/۰۰۹	۰/۰۱	۰/۳۳۱	نرمال
۰/۰۰۵۹	۰/۰۱	۰/۲۷۸	تأخیر ۱ روزه
۰/۰۱۸۴	۰/۰۱	۰/۲۰۱	تأخیر ۲ روزه
۰/۰۴۴۱	۰/۰۱	۰/۱۷۶	تأخیر ۳ روزه

ساله بین دبی و بارش همبستگی گرفته شد و مشخص گردید که در ماه‌های بهمن، اسفند، فروردین، اردیبهشت و آبان همبستگی در سطح ۹۹٪ معنادار می‌باشد. ولی مطابق جدول ۵، پنج ماه خشک (خرداد، تیر، مرداد، شهریور و مهر) اصلاً معنادار نبوده‌اند. علاوه بر آن‌ها در آذر و دی ماه از همبستگی معناداری برخوردار نبوده است.

نتایج همبستگی بین دبی و بارش با تأخیر یک، دو و سه روزه دبی در جدول ۴ نشان داده شده است، این نتایج نشان داد که هر چقدر تأخیر بیشتر می‌شود از شدت همبستگی کاهیده می‌شود. به طوری که بیشترین همبستگی مربوط به نرمال و کمترین همبستگی متعلق به تأخیر ۳ روزه می‌باشد. در ادامه به صورت ماهانه با آمار ۳۰



جدول (۵): مقایسه میزان همبستگی بین دبی و بارش به صورت روز به روز و با میانگین ماهانه

ماه	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)	N	significant at the 0.01 level (2-tailed).
فروردین	۰/۲۳۱	۰/۲۱۸	۳۰	**
اردیبهشت	۰/۷۴۴	۰/۲۳۹	۳۰	**
خرداد	۰/۲۷۱	۰/۱۴۶	۳۰	
تیر	.	.	۳۰	
مرداد	.	.	۳۰	
شهریور	.	.	۳۰	
مهر	۰/۲۲۵	۰//۲۲۹	۳۰	
آبان	۰/۶۳۲	۰/۰۰۰۱	۳۰	**
آذر	۰/۲۱۷	۰/۲۴۸	۳۰	
دی	۰/۱۵۹	۰/۴۰۰۶	۳۰	
بهمن	۰/۵۶۵	۰/۰۰۱	۳۰	**
اسفند	۰/۶۲۱	۰/۰۰۰۲	۳۰	**

زمستان و بهار همبستگی در سطح بالایی معنادار می- باشد، اما در فصل تابستان به علت خشکی اصلاً معنادار نیست.

در ادامه انجام تحقیق به صورت فصلی بین دبی و بارش همبستگی گرفته شد که نتایج در جدول ۶ آورده شده است. مطابق این نتایج مشخص شد که در فصول پاییز،

جدول (۶): مقایسه میزان همبستگی بین دبی و بارش به صورت روز به روز و با میانگین فصلی

فصل	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)	N	significant at the 0.01 level (2-tailed).
بهار	۰/۶۴۳	.	۹۰	**
تابستان	-۰/۱۰۹	۰/۳۰۵	۹۰	
پائیز	۰/۴۸۵	۰/۰۰۰۰۰۱	۹۰	**
زمستان	۰/۵۰۶	۰/۰۰۰۰۰۳	۹۰	**

سری زمانی سی ساله حد آستانه خشکسالی تعیین شود. این حد آستانه برای هر ماه از سال یک مقدار متمایز را ارائه می‌کند و از این حیث این تحقیق نسبت به سایر کارهای مشابه از خصوصیت بارزی برخوردار است و تا حدی نتایج را به واقعیت نزدیک‌تر می‌نماید. در رابطه با همبستگی دبی با بارش می‌توان گفت که برای داده روزانه در سطح ۹۵ درصد این دو متغیر با هم همبستگی مثبت و معناداری را نشان می‌دهند ولی میزان همبستگی از قوت زیادی برخوردار نیست. یکی از دلایل این امر نوع بارش غالب (به صورت برف) در بعضی از ماه‌های سال است. بین دبی و بارش با تأخیر یک، دو و سه روزه دبی همبستگی گرفته شد، نتایج نشان می‌دهد که هر چقدر تأخیر بیشتر می‌شود از شدت همبستگی کاهیده می‌شود، ولی مقدار همبستگی در داده‌های بدون تأخیر نسبت به بقیه بیشتر می‌باشد. دلیل این امر کوچک بودن حوزه و نزدیک بودن

### بحث و نتیجه گیری

این تحقیق بررسی رابطه بین خشکسالی‌های هواشناسی و هیدرولوژیک است، بنابراین برای انجام این کار نیاز به استفاده از شاخص‌های مناسب جهت تعریف خشکسالی می‌باشد. بیشتر روش‌ها خشکسالی را معمولاً با تعیین یک سطح آستانه و مقایسه مقادیر یک مقطع زمانی (روزانه، ماهانه، فصلی و سالانه) با سطح آستانه تعیین می‌نمایند. انتخاب سطح آستانه مناسب یکی از چالش‌های فرا روی افرادی است که با این شاخص‌ها کار می‌کنند. در کارهای انجام گرفته در داخل کشور معمولاً با ارجاع به منابع موجود در ادبیات تحقیق یک مقدار عددی را به- عنوان سطح آستانه تعیین می‌کنند. در این تحقیق سعی شده در تعیین خشکسالی‌های هیدرولوژیک به‌جای استفاده از شاخص‌های تجربی موجود، از پردازش آماری داده‌های روزانه و با تکیه بر مقادیر حداقل دبی در یک

بهار همبستگی در سطح بالایی معنادار می‌باشد، اما در فصل تابستان به علت خشکی اصلاً معنادار نیست. باتوجه به حجم داده‌های روزانه با آمار بلند مدت سی ساله و نتایجی که از این تحقیق به دست آمده، امید است این تحقیق بتواند برنامه‌ریزان و مدیران را در جهت حل بحران ناشی از کمبود آب و برنامه‌ریزی جهت مصرف بهینه آب کمک کند. چه بسا فقر مدیریتی بیشتر از فقر اقلیمی می‌تواند وخامت خشکسالی را افزایش دهد چون هرچه خسارات خشکسالی در کشوری بیشتر باشد نشان دهنده‌ی کم رنگ بودن آموزه‌ها می‌باشد.

زمان تمرکز آن با دوره‌های کمتر از یک روز می‌باشد، که این مورد با نتایج مظفری (۱۳۸۵) مغایرت دارد. در بخش دیگر تحقیق به صورت ماهانه با آمار ۳۰ ساله بین دبی و بارش همبستگی گرفته شد. در ماه‌های بهمن، اسفند، فروردین، اردیبهشت و آبان همبستگی در سطح ۹۹٪ معنادار می‌باشد ولی پنج ماه خشک (خرداد، تیر، مرداد، شهریور و مهر) اصلاً معنادار نبوده‌اند. علاوه بر آن‌ها در آذر و دی ماه نیز به دلیل بارش برف از همبستگی معناداری بر خوردار نبوده است. در ادامه کار به صورت فصلی بین دبی و بارش همبستگی گرفته شد که در فصول پاییز، زمستان و

### منابع

1. Alizadeh, A. 2006. Applied hydrology, Ferdowsi university of Mashhad, 734pp. (in farsi)
2. FerajZade, M. 1996. Analysis and prediction of Drought in Iran, Phd thesis, Tarbiat Modares university, Climate group. (in farsi)
3. Hayes, M.J., M.D. Svoboda., D.A. Wilhite and O.V. Vanyarkho. 1999. Monitoring the 1996 Drought Using the Standardized Precipitation Index, Bulletin of the American Meteorological Society, 80(3):429-438.
4. Hisdal, H., and L.M. Tallaksen. 2000. Chelegesin drought Event definition, Assessment of the Regional Impact of Drought in Europe, Technical Report NO 6.
5. Hosseini Safa, H., and S. Morid 2008. Probabilistic analysis of spatial-temporal characteristics of droughts severity in Tehran Province, J. Agric. Sci. Nature Resource, 15(5): 1-11.
6. Khan, S., H.F. Gabriel., and T. Rana. 2008. Standard precipitation index to track drought and assess impact of rainfall on watertables in irrigation areas, Irrig Drainage System, 22:159-177.
7. Lashani Zand, M., and A. Telvari. 2004. An Investigation on Climatological Droughts and it's Prediction of Feasibility in Six Basins in West and North West of Iran, Geographical Research, 19(1(72)):73-86.(in farsi)
8. Menicino, G., and P. Alfonso., 2008. A Groundwater Resource Index (GRI) for drought monitoring and forecasting in a Mediterranean climate, Journal of Hydrology, 282-302.
9. Mozafari, Gh., 2005. Mismatch of meteorological and hydrological droughts in two neighboring catchment on the northern slopes of Yazd Shirkooh, Homan Sciences Modares, 10(48):173-190.(in farsi)
10. Palmer, W.C. 1965. Meteorological Drought. US Department of Commerce Weather Bureau, Washington, DC. Research Paper No. 45.
11. Patel N. R., P. Chopra., and V. K. Dadhwal., 2007. Analyzing spatial patterns of meteorological drought using standardized precipitation index, Meteorological Applications, 14: 329-336.
12. Samiee, M., B. Saghafian., and M. Mahdavi. 2006. Regional Analysis of Drought Intensity (Case study: Tehran Province), Iranian J. Natural Res., 59 (1). 27-39. (in farsi)
13. Thompson, S. A., (1999). Hydrology for water management, Taylor & Francis Group, Rotterdam, Netherlands, 450pp.
14. Tsakiris, G., and H. Vangelis., 2004. Towards a Drought Watch System Based on Spatial SPI, Water Resources management, 18:1-12.
15. Wilhite D.A., and M.H. Glantz., 1985. Understanding the drought phenomenon: the role of definitions. Water International 10: 111-120.

## Assessment of the meteorological and hydrological drought adaptation in the Sarab Ali watershed

M. Lashti Zand, B. Parvaneh, K. payamani, A. sepahvand

### Abstract

The analysis of droughts in the water projects and also investigation on the relationship between climate and hydrological droughts is very important in the management of water resources. Therefore this study has been assessment the meteorological and hydrological drought adaptation from discharge and daily rainfall in the Sarab Seyed Ali watershed during a three-years period. At first for discharge data, the minimum of discharge monthly was calculated for each year, then with the using of Weibuoll distribution fitted to the data and were extended for a hundred-years period. Then corresponding values with return period of two years each month were selected as the drought threshold index. Threshold values were used for each month of daily data in a period of thirty years and drought severity was calculated based on their continuing. all the above steps were calculated for Precipitation data, With this difference that SPI was used for determining of climate drought index and finally between values of discharge and rainfall correlation was taken with the lag of 1,2,3 days. The obtained results showed that there are moderate and significant relationship between discharge and rainfall in the form of daily, monthly and seasonal and in all three modes, the relationship were enjoyed of significant level but the amount of correlation is more than the rest in the data without lag.

**Key words:** Hydrological drought, Threshold, Correlation, Sarab Seyed Ali watershed.